

# 三菱電機スマート制御 クラウドサービス“DIAPLANET”

伊藤正裕\* 河村美嗣\*\*\*  
原田雅史\* 児玉 拓\*\*\*  
田村孝之\*\*

"DIAPLANET" : Mitsubishi Electric Cloud Services for IoT/M2M Systems

Masahiro Ito, Masafumi Harada, Takayuki Tamura, Yoshitsugu Kawamura, Taku Kodama

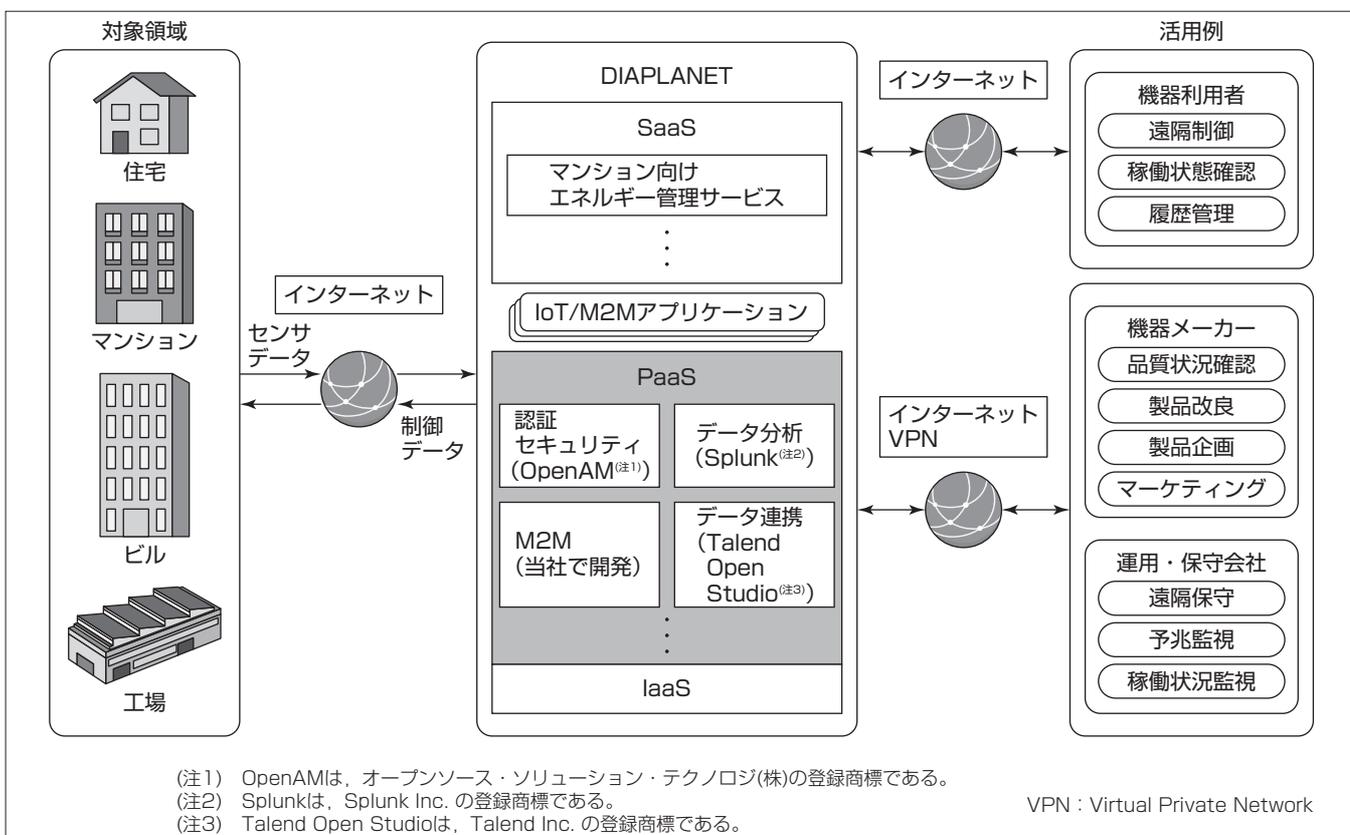
## 要 旨

三菱電機は、IoT(Internet of Things)及びM2M(Machine to Machine)技術を利用して、複数の家電製品や産業用機器の遠隔制御、稼働状況確認、エネルギー管理などを実現するシステムをクラウド環境上で構築可能にするスマート制御クラウドサービス“DIAPLANET”の販売を2015年4月から開始した。このサービスの特長は、次のとおりである。

- (1) 豊富なPaaS(Platform as a Service)機能によって、IoT/M2Mシステムを効率的に構築できる。
- (2) トライアル支援サービスによって、少ない費用で対象システムの事前検証を行うことができる。
- (3) 安心・安全なクラウド基盤を提供できる。

DIAPLANETは、要旨の図に示すように、IaaS(Infrastructure as a Service)、PaaS、SaaS(Software as a Service)の3つの層で構成している。利用者は、PaaS層で提供する各サーバ機能を使用して、短期間でIoT/M2Mシステムを構築することができる。PaaS層の中核となるM2Mサーバ機能は、機器からのセンサデータを蓄積する機能と機器を制御するためのデータ通信機能を提供する。接続する機器が増加した場合もスケールアウト方式で対応可能である。

また、利用者は、今後充実化していくSaaS層で提供するサービスを利用することで、サービスインまでの時間をさらに短縮することができる。



## DIAPLANETを使用したIoT/M2Mシステムの全体構成

DIAPLANETは、インターネットを介して住宅、マンション、ビル、工場などの家電や機器からのデータを受信して蓄積するとともに、制御コマンドを送信してそれらを制御する機能を提供する。一方、各利用者がスマートフォンなどを用い、DIAPLANET上のPaaS層で提供する機能を使用して、エネルギー管理、蓄積されたデータの分析、機器類の遠隔制御・保守、予兆監視などを行うアプリケーションを開発することができる。

### 1. ま え が き

近年、クラウドコンピューティング(計算機(ハードウェア、ソフトウェア)を所有せず、それらをサービスとしてオンデマンドで利用する)の普及が進んでいる。一方、計算機技術の進展に伴い、企業活動を支えてきた従来の企業情報システムとは異なった、大量の機器やセンサなどからの膨大なデータを処理し、それらの機器を最適制御するような新しいパラダイムの情報システム構築が可能になり、IoT/M2Mシステム構築は成長市場になりつつある。爆発的に増加する等、変動が大きいデータを広範囲にわたって定常的に蓄積・処理する必要があるため、IoT/M2Mシステムは、計算機リソースの増減に柔軟に対応できるクラウド上に構築されるのが一般的である。このような背景から、当社では豊富なPaaS機能を備えたIoT/M2Mシステム構築支援環境と安心・安全な運用環境をリーズナブルな価格で利用できるスマート制御クラウドサービスDIAPLANETを開発し、2015年4月から販売を開始した。

本稿では、DIAPLANETを構成する3つの層のうち、基盤となるIaaS層と中核となるPaaS層、特に、IoT/M2Mシステムを構築する際のキーとなるM2Mサーバについて機能と特長を述べるとともに、クラウド管理方式とセキュリティの実現方式について述べる。

### 2. DIAPLANETの概要

DIAPLANETは、不特定多数のユーザーが利用するパブリッククラウドに位置付けられ、PaaS層及びSaaS層を提供するサービスモデルである。DIAPLANETの中核はPaaS層であり、IoT/M2Mシステムを効率的に構築するために必要となるミドルウェアを仮想サーバとして提供している。

SaaS層では、IoT/M2Mシステムをサービスとして提供するが、当面のターゲットは、MEMS(Mansion Energy Management System)に代表される各エネルギー管理システムである。

基盤となるIaaS層は、物理サーバ、物理ストレージ、物理ネットワークから構成される。物理サーバ上には仮想化基盤ソフトウェアがインストールされており仮想サーバを作成することができ、高可用性も実現している。

### 3. IaaS層の機能と特長

DIAPLANETのIaaS層の構成を図1に示す。IaaS層は、利用者に仮想サーバを提供する複数の計算ノード、クラウド全体を管理する管理ノード及び計算ノードにディスクを提供するストレージノードで構成している。計算ノードでは、仮想サーバは仮想ルータによって内部ネットワークと外部ネットワークを分離しており、仮想サーバ間はVLAN(Virtual Local Area Network)によって隔離している。ス

トレージノードは、仮想サーバに対して仮想ディスクを提供するプライマリストレージとスナップショット、インストールイメージなどを格納しておくセカンダリストレージで構成している。

#### 3.1 仮想化基盤の導入

DIAPLANETではパソコンサーバ上に仮想化基盤としてCitrix社のXenServer<sup>(注4)</sup>を導入し、その上に複数の仮想サーバを生成する方式を採用している。それによって、パソコンサーバのリソースが有効活用できる。仮想サーバにインストールされるOS(Operating System)はCentOS<sup>(注5)</sup> 6、Red Hat Enterprise Linux<sup>(注6)</sup> 6及びWindows<sup>(注7)</sup> Server 2012から選択する。これら以外は個別対応になる。

(注4) XenServerは、Citrix Systems, Inc. の登録商標である。  
 (注5) CentOSは、CentOS Ltd. の登録商標である。  
 (注6) Red Hat Enterprise Linux<sup>(注8)</sup>は、Red Hat, Inc. の登録商標である。  
 (注7) Windowsは、Microsoft Corp. の登録商標である。  
 (注8) Linuxは、Linus Torvalds氏の登録商標である。

#### 3.2 高可用性の実現

DIAPLANETでは、仮想化基盤が提供する機能を利用することで、最小限のダウンタイム(数秒から十数秒程度)での高可用性を実現している。XenServerが提供するXenHA(High Availability)の構成例を図2に示す。ハートビート用に独立した媒体(LAN(Local Area Network)とストレージ)を使用することで、サービスの二重起動などのスプリットブレイン現象の発生を低減させる特長がある。また、障害の程度に応じて同じパソコンサーバ上や別のパソコンサーバ上で再起動できる。

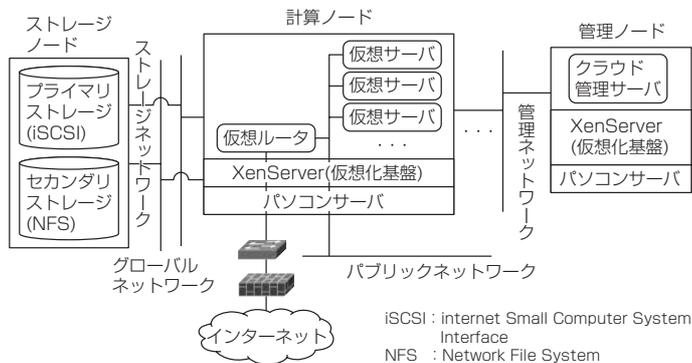


図1. DIAPLANETでのIaaS層の構成

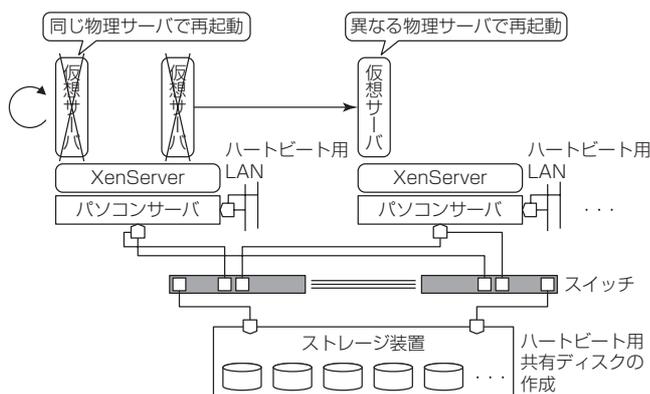


図2. 高可用性を実現する構成

#### 4. PaaS層の機能と特長

PaaS層では、システムを構築する際にクラウド管理ソフトウェア(5.1節)を用いる。クラウド管理ソフトウェアによって、OSや必要なミドルウェアがインストールされた仮想サーバを画面から簡単に選択できる。ユーザーは、この仮想サーバ上にアプリケーションを構築していく。PaaS層の構成例を図3に示す。

PaaS層で提供する仮想サーバは、一般的なミドルウェアが搭載された仮想サーバ(4.1節)とIoT/M2Mシステム対応で当社で開発したM2Mサーバ(4.2節)で構成している。さらに、PaaS層のOSには、あらかじめ監視用エージェントをインストールしているとともに管理者や運用者向けアカウントの作成、不要サービスの停止、ファイアウォールやリモートログインの設定など、セキュリティポリシーに準拠した対処を実施済みである。

##### 4.1 一般仮想サーバ

システム構築を行う際に、使用される頻度が高いミドルウェアは、OSS(Open Source Software)製品中心にデファクトスタンダードとして認知され日本国内での使用実績が高いものの中から次の製品を選定した。今後、このレパートリーを増やしていく予定である。

- ・統合監視サーバ(Zabbix<sup>(注9)</sup>)
- ・統合認証・認可サーバ(OpenAM, OpenDJ<sup>(注10)</sup>)
- ・Web/APサーバ(Apache Http Server<sup>(注11)</sup>/Apache Tomcat<sup>(注11)</sup>)
- ・NoSQLデータベース(Apache Cassandra<sup>(注11)</sup>)
- ・リレーショナルデータベース(PowerGres<sup>(注12)</sup>)
- ・データ分析サーバ(“AnalyticMart”)
- ・データ分析・可視化サーバ(Splunk)
- ・データ連携サーバ(Talend Open Studio)など

(注9) Zabbixは、Zabbix SIA社の登録商標である。  
 (注10) OpenDJは、オープンソース・ソリューション・テクノロジー株の登録商標である。  
 (注11) Apache Http Server, Apache Tomcat及びApache Cassandraは、Apache Software Foundationの登録商標である。  
 (注12) PowerGresは、SRA OSS, Inc.の登録商標である。

##### 4.2 M2M仮想サーバ

IoT/M2Mアプリケーションには、接続機器数の増加に応じ、多数の機器からのデータ収集や多数の機器に対する

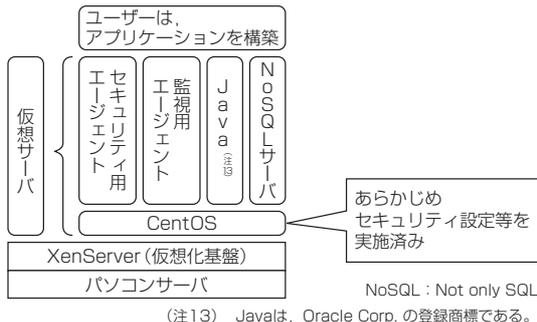


図3. DIAPLANETでのPaaS層の構成

制御を柔軟に処理することが求められる。IoT/M2MアプリケーションのためのアーキテクチャやインターフェースはoneM2M等による標準化が進められているものの実装が確立していないのが現状である。

DIAPLANETでは上記の課題を解決するために、IoT/M2Mアプリケーションに対して次の2つの機能をM2M仮想サーバ及びAPI(Application Programming Interface)ライブラリとして提供している。

- (1) 多数の機器からデータを収集しDIAPLANET上のNoSQLデータベースに格納するデータ蓄積機能
- (2) DIAPLANET上のWeb/APサーバから多数の機器を遠隔制御する制御通信機能

M2M仮想サーバを用いたIoT/M2Mシステムの構成を図4に示す。現行では、Web/APサーバとGW(Gateway)向けにAPIライブラリを提供しており、各機器は、GWのミドルウェアであるOSGi<sup>(注14)</sup>上で動作するGWのアプリケーションを介してM2M仮想サーバと通信する。今後は、各機器がGWを介さずに直接M2M仮想サーバと通信する方式に対応する。

(注14) OSGiは、米国OSGi Allianceの登録商標である。

##### 4.2.1 データ蓄積機能

データ蓄積機能は、機器から受け取ったデータをスケールアウトに対応したNoSQLデータベースであるCassandraに格納することで、機器台数の増加に対応する。

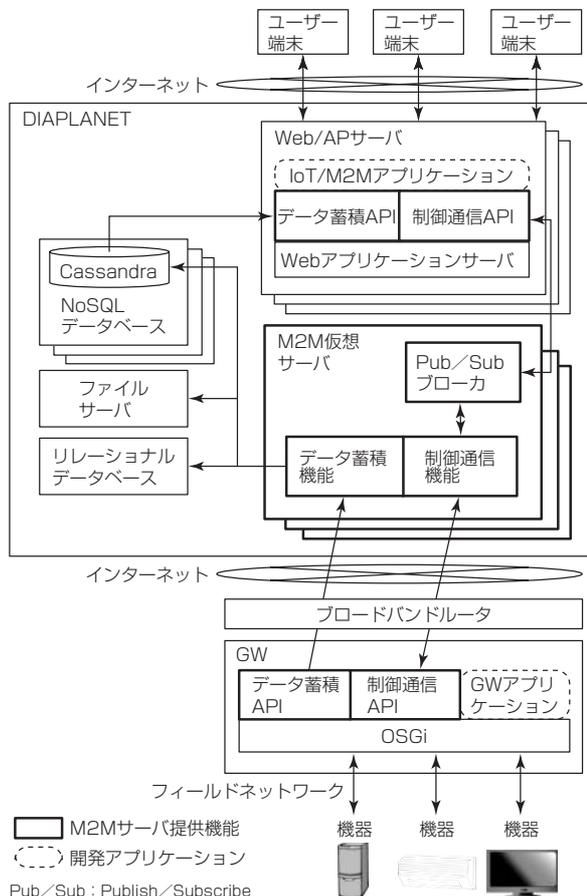


図4. M2M仮想サーバを利用したシステム構成

機器データを蓄積するためのデータベーススキーマは汎用的な形式(機器ID(IDentifier), 時刻, データ形式, 及び生データ)を用意し, 様々な機器データに対応できるようにした。機器固有のデータ形式を格納した場合, 読み出し時に生データの解析を行う。

また, データの保存先としてリレーショナルデータベースやファイルサーバを追加指定することも可能であり, 一般ミドルウェアとも容易に連携できる。

#### 4.2.2 制御通信機能

住宅・ビル・工場などの環境では, 機器に対するインターネット側を起点とする通信は, プロバンドルータ等によって遮断される場合があるため, 遠隔制御指令の送受信方法が課題である。そこで, 制御通信機能では, 機器側から通信を開始する通信方式によって, インターネット側から遠隔制御通信を行う手段を提供する。

機器側から通信を開始する通信方式にはポーリング方式やロングポーリング方式, WebSocket方式などが存在するが, IoT/M2Mアプリケーションが個々のプロトコルに依存する設計を行うとプログラムの煩雑化を招き保守性が損なわれる。APIライブラリによって個々のプロトコルの詳細を隠蔽することでアプリケーションと通信方式の分離を図った。

一方, 機器側から通信を開始することで, M2M仮想サーバをスケールアウトさせた場合に, 機器が接続するM2M仮想サーバが一意に定まらなくなるという課題が生じる。そのため, 遠隔制御指令を発行するWeb/APサーバとM2M仮想サーバの間はPublish/Subscribe方式で連携し, 機器IDに基づいて指令を配信するようにしている。

### 5. クラウド管理方式とセキュリティ

#### 5.1 クラウド管理の容易性

DIAPLANETでは, 仮想サーバを管理するクラウド管理ソフトウェアとしてCitrix社のCloud Platform<sup>(注15)</sup>を採用している。このソフトウェアは, OSSのApache Cloud Stack<sup>(注16)</sup>をベースにしており, 海外を始め複数の国内クラウドサービスベンダーに採用されている。このソフトウェアでは, 複数の仮想化基盤をサポートしているが, 先に述べたとおりDIAPLANETでは親和性を考慮し仮想化基盤にはCitrix社のXenServerを採用した。

CloudPlatformでは仮想サーバの作成, 変更, 削除などの管理作業はWebブラウザを用いて直感的に行うことができる。管理画面の一例を図5に示す。

(注15) Cloud Platformは, Citrix Systems, Inc. の登録商標である。  
(注16) Apache CloudStackは, Apache Software Foundationの登録商標である。

#### 5.2 高いセキュリティの実現

安心・安全なクラウド環境を実現するために次の取り組みを行っている。

- (1) 総務省による“ASP(Application Service Provider)・

SaaSにおける情報セキュリティ対策ガイドライン”に準拠し, さらにデータセンターを運営してい



図5. CloudPlatformの管理画面の一例

る当社のセキュリティ基準を加えることで, 高いセキュリティ管理レベルを実現した。

- (2) 物理セキュリティ対策としては, 次の2つを実現した。
  - ①当社が運営しているデータセンター内に配備して, 運用管理を実施
  - ②システム管理者のメンテナンス操作は, 管理者接続用VPN経由でのみに制限して不正侵入のリスクを低減
- (3) 情報セキュリティ対策としては, 次の3つを実施した。
  - ①ウイルス及び脆弱(ぜいじゃく)性対策などの総合的セキュリティとしてTrend Micro Deep Security<sup>(注17)</sup>を導入し, すべての仮想サーバの安全性を確保
  - ②あらかじめセキュリティ設定をした仮想サーバを提供することで設定漏れリスクを低減
  - ③定期的なセキュリティ診断の実施

(注17) Trend Micro Deep Securityは, トレンドマイクロ株の登録商標である。

### 6. む す び

DIAPLANETが提供するPaaS層やSaaS層を使用することでIoT/M2Mシステムの早期立ち上げや安全な運用を行うことができる。現在, 次の強化開発を実施しており, より高度なサービスを順次提供していく。

- (1) 機器との接続性の強化(当社製機器との接続保証, WebSocketやMQTT(Message Queuing Telemetry Transport)など代表的な通信プロトコルのサポートなど)
- (2) IaaS(Infrastructure as a Code)技術を使用したシステム運用を行うことで, 仮想サーバ提供までのリードタイムの短縮や仮想サーバ構成の自由度向上の実現
- (3) IoT/M2Mシステムのサービスインを大幅に短縮するSaaS層の充実

### 参考文献

- (1) 西村達夫, ほか: 未来の小規模コミュニティ向けIT基盤, 三菱電機技報, **89**, No. 7, 411~414 (2015)
- (2) 児玉 拓: クラウドを利用したサービス事業者向け見守りシステム, 三菱電機技報, **88**, No. 8, 442~445 (2014)